图书情报工作
第64卷 第1期 2020年1月

# 人机交互研究中的眼动追踪:主题、作用、动向

■ 陆柳杏[1] 石宇[1] 李济远[2] 吴丹[1]
[1] 武汉大学信息管理学院 武汉 430072 [2] 北德克萨斯州大学信息学院 美国德克萨斯州丹顿市 76201

摘 要:[目的/意义]眼动追踪在人机交互研究中应用广泛。对人机交互研究中的眼动追踪进行分析,可以深入理解人机交互中应用眼动追踪的研究现状、眼动追踪在此过程中的作用,以及今后研究的动向。[方法/过程]以Web of Science和ACM等数据库为数据来源,使用Python和VOSviewer对相关研究主题进行聚类,并就相关文章内容进行总结,从"量"和"质"的角度分析人机交互研究中有关眼动追踪的内容。[结果/结论]交互输入、输出和应用方向是相关研究主要关注的主题,而眼动追踪在不同的研究主题中发挥着不同的作用。基于"量"和"质"的分析而总结的研究动向,可以为后续眼动追踪和人机交互相关研究提供参考与借鉴。

关键词:人机交互 HCI 眼动追踪 研究动向
分类号:G250
DOI:10.13266/j.issn.0252-3116.2020.01.014



人机交互是与人类交互式系统的设计、评价、实现相关的学科,其主要研究人的认知、信息处理过程和交互行为之间的关系,研究如何依据人的具体活动来进行交互系统的设计、实现和评估[1],尤其聚焦于人与计算机的交互关系和实现,因此受到了计算机科学、认知科学、信息科学等相关学科的关注。从早期计算机语言命令交互阶段和图形用户界面交互阶段开始,发展到现今的自然人机交互阶段,人机交互越来越注重以人为中心的自然人机交互的实现[1]。为了让用户更方便、有效地表达交互意图并让计算机能准确识别用户意图,融合用户视觉、听觉、触觉等多种通道的交互方式成为了自然人机交互的重要实现方式之一。

视觉是人类接收外界信息的重要途径和感觉通道[2]。通过对人眼注视点的跟踪与捕捉,可以获取人类的视觉信息[3]。为了实现多通道的人机交互方式,为用户提供有用、有效且易用的交互服务和体验,眼动追踪也被广泛运用到人机交互相关的研究中,成为了人机交互研究的重要方法与技术。

眼动追踪在人机交互研究中的应用越来越多,使得回顾其研究现状显得十分必要,这不仅有利于人们了解眼动追踪在人机交互研究中的应用情况,从宏观上把握发展动态,还能为未来眼动追踪与人机交互研究的有机结合提供方向借鉴。基于此,本文以Web of Science Core Collection和ACM数据库为文献检索来源,以主题为("eye tracking" or "gaze tracking" or "eye detecting" or "gaze detecting" or "eye-tracking" or "gaze-tracking" or "eye movement") * ("human computer interaction" or "HCI" or "human machine interaction" or "computer human interaction" or "machine human interaction" or "human robot interaction")等词语为检索式,对相关文献进行检索并筛选,共获取文献2 081篇。本文使用Python和VOSviewer可视化工具,对所获取的文献进行处理与分析,总结现有研究的现状、动向和眼动追踪在人机交互研究中的作用,以期对未来眼动追踪与人机交互研究的有机结合与发展提供相应的方向参考与借鉴。

## 1 结合眼动的人机交互研究主题分析

### 1.1 基于LDA的研究主题分析

本文运用Python对所获取文献的摘要进行LDA主题分析,从摘要中获取当前结合眼动的人机交互研究的主题。LDA可以用来识别语料库中的主题信息。由于所获取的文章是通过检索式检索而来,因此检索式的词语是文章中的高频词汇,这使得不同主题的区分度不明显。因此,本文在去除停用词的基础上,同时去除了摘要中含有检索词的词语,如"eye tracking"、

作者简介:陆柳杏(ORCID:0000-0003-3574-7676),博士研究生;石宇(ORCID:0000-0001-6741-5487),博士研究生;李济远(ORCID:0000-0002-2443-743X),硕士研究生;吴丹(ORCID:0000-0002-2611-7317),教授,博士生导师,E-mail:woodan@whu.edu.cn。
收稿日期:2019-12-11 本文起止页码:113-119 本文责任编辑:杜杏叶

“human computer interaction”等。在尝试将主题分为 3 - 10 类时发现，当主题为 6 类时，分类的效果较好，各主题的差异也可以较好地得出，因此本文最终选择将相关研究的主题分为 6 类，结果如表 1 所示：

表 1　结合眼动的人机交互研究的 LDA 主题分析结果

| 序号 | 关键词 | 主题 | 主题归类 |
|---|---|---|---|
| 1 | input, visual, mouse, touch, typing, dwell, gestures, keyboard, multimodal, interface | 输入方式 | 交互输入 |
| 2 | tracker, calibration, estimation, camera, 3d, position, pupil, accuracy, systems, model | 输入设备 | |
| 3 | movement, image, pupil, head, detection, accuracy, algorithm, features, estimation, techniques | 视线估计 | |
| 4 | data, visual, visualization, design, dynamic, quality, approach, content, real, time | 可视化 | 交互输出 |
| 5 | cognitive, search, reading, web, attention, behavior, interface, driving, patterns, usability | 行为与可用性 | 应用方向 |
| 6 | design, attention, visual, environment, virtual, VR, collaboration, mobile, devices, software | 虚拟现实 | |

表 1 中，“关键词”是 LDA 主题分类后各类别的词语。依据分类结果，本文对关键词进行总结，得出主题的名称，并依据各主题的内容再进一步将其归类，形成“主题归类”。

由表 1 可以得出，输入是人机交互研究中运用眼动进行分析的主要内容之一。在输入方式中，键盘/鼠标、手势、触控等方式是用户向交互设备输入信息的常用方式。为了使用户可以更自然地进行交互，多模态输入的交互方式成为了受到关注的内容。在输入设备中，对更轻便、准确、简单的眼动追踪设备的探究是结合眼动的人机交互研究的重要话题。相较于现成的眼动仪而言，当前眼动追踪算法强调对受试者瞳孔位置特别是自然环境下的瞳孔位置进行检测[4]，这使得基于眼睛的人机交互更为自然，也可以为日常生活中的眼动分析和当前的情景感知方式的研究提供帮助[5]。在视线估计中，对眼动准确地捕捉是相关研究的基础，而算法和技术对提升视线捕捉的准确性、识别头部和瞳孔的位置具有一定的帮助。

在交互输出中，LDA 主题分析结果显示可视化是当前研究的一个关注点。在相关研究中，可视化强调的是数据可视化，这也是指计算机对眼动数据的处理与输出，即如何更直观、生动地揭示所采集的眼动数据。

LDA 主题分析结果也揭示了用户的行为和可用性评价是当前运用眼动进行人机交互研究的一个方向。捕捉用户在阅读、驾车等具体情境中的眼动情况，可以将眼动与认知相结合，来提升用户的学习效率、深入探究驾车行为等。网页或应用的开发与评价也是相关研究关注的内容。通过用户行为，借助眼动来对该应用进行可用性评价，从而实现具体功能或满足用户在具体情境中进行交互的目的，以支持更丰富的人机交互。随着技术的发展和用户交互需求和情境的多样化，为用户提供更加自然和沉浸的交互体验的目的使得虚拟现实成为当前的研究热点。虚拟现实与眼动追踪密不可分，这也使得虚拟现实成为结合眼动追踪的人机交互研究的一个应用方向。

### 1.2　基于 VOSviewer 的关键词共现分析

关键词共现可以从词的角度揭示相关研究的关键内容，因此本文借助可视化分析工具 VOSviewer 对文章的关键词进行共现与聚类，从关键词的角度对文章的研究内容进行初探。与 LDA 主题分析的数据不同，VOSviewer 的数据为作者赋予该文的关键词(Keywords)，而 LDA 的数据为文章摘要(Abstract)。VOSviewer 是一款知识图谱软件，可以可视化揭示文献数据之间的关系。在分析类型(type of analysis)中，本文选择共现分析(co-occurrence)，分析单位(unit of analysis)为“keywords”。在对所获取文章的关键词进行预处理时，由于文章是与“眼动追踪”和“人机交互”相关，因此眼动和人机交互是文中的高频词，这在一定程度上会影响关键词共现的可视化。基于此，本文在对关键词共现关系进行可视化时，排除了关键词为检索词的词语。最终的关键词共现结果见图 1。

关键词出现的频次越多，图中的圈越大。从图 1 关键词共现结果可以看出，相关研究按关键词来划分大致可以归为六类，即分别与虚拟现实、视觉注意、可视化、可用性、视觉搜索、视线估计相关，这与 LDA 主题分析结果大体一致。

图 1 显示虚拟现实常与注视输入、眼动输入、可获得性、辅助技术等共现，这在一定程度上反映了有效的交互输入方式是虚拟现实中的重点。视觉注意与虚拟环境、设计、电子游戏等词语相关，显示了视觉在其他方面得到了探索与应用。可视化与扫描路径、认知负荷、可视化分析、注视用户界面等词语相关，反应了可视化分析与运用在眼动数据及路径和用户认知方面的直观揭示中发挥着一定的作用。在可用性方面，可用性评价、用户体验、阅读等关键词与其共现较多，这揭

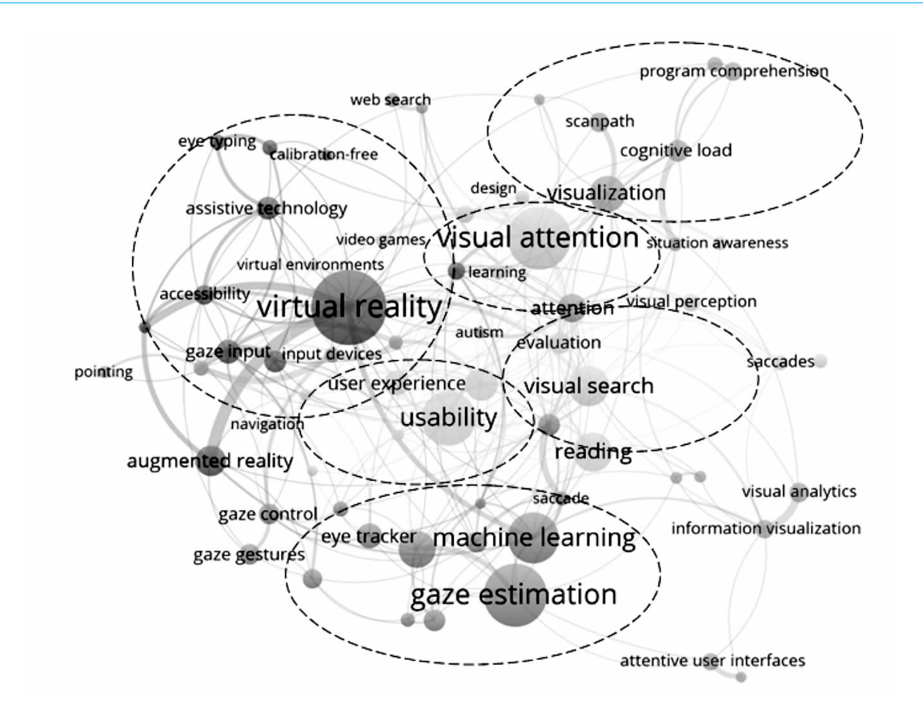



图 1　结合眼动的人机交互研究的关键词共现结果



示了可用性与用户体验及其行为有着密不可分的联系。视觉搜索是用户向机器进行信息输入的方式之一，用户眼睛扫视等信息对于视觉搜索路径的识别有着一定的作用。此外，在视线估计中，机器学习的方法被运用其中，眼动仪、注视控制、注视手势等内容也与视线估计相关，反应了视觉输入在相关研究中备受关注，也反应了机器学习等方法受到了相关研究者的重视与应用。

综上，结合眼动的人机交互研究的主题丰富多样，且各主题之间存在着密切的联系，如对虚拟现实的研究往往也与用户的交互输入相关。在人机交互研究中，输入和输出一直是其中的两个重要研究内容，其最终目的是要为用户提供更自然的人机交互方式，并使相关研究在更多方面得到推广与应用。

## 2　眼动在人机交互研究中的作用

从 LDA 主题分析和 VOSviewer 关键词共现分析等“量”的角度可以得知，交互输入和输出是人机交互研究中备受关注的内容，且相关的研究也与具体的应用方向和应用情境相结合。基于此，本文从“质”（即文章内容）的角度，对相关研究进行进一步的分析与总结，探索当前相关研究的现状，以及眼动在相关研究中的作用。

### 2.1　融合视觉通道的人机交互方式

在人机交互过程中，用户通过与交互设备的界面进行互动，产生一系列输入和输出，以实现用户的目的或任务。键盘/鼠标、语音、手势、触控等方式是用户向交互设备输入信息的常用方式。长期以来，眼动追踪一直是人机交互中的一种有效的方式，其已被证明具有提高日常人机交互界面质量的潜力[6]。在此过程中，用户可以仅仅使用眼动来直接控制计算机，查看虚拟键盘中的按键来打字，而无需手动输入。此外，在特定的系统中，用户可以使用眼睛来控制鼠标指针来完成与设备的交互[7]。眼动追踪在这一系列人机交互过程中发挥着重要的作用：由于用户的眼动情况可以反映和揭示其注视点和扫描路径等，使得研究者可以直观了解用户主要关注的内容，其既能加快用户在图形用户界面（GUI）中进行图形选择的速度，又能为用户在虚拟现实中进行对象选择提供帮助，还能为提高虚拟现实应用的质量、节省带宽和资源提供支持[6]。

随着多通道交互技术的发展，包括眼动与语言相结合在内的多通道交互方式，被证明是能有效弥补单种输入方式的不足、提高用户与系统交互效率的方式[1,8]。多通道交互是指一个系统中融合了两种或两种以上输入通道（如视线、语音、触控、手势）的交互方式[1,9]。在多通道交互方式中，用户可以调动视觉、听觉、触压觉等感觉通道，以眼动、手（包括手势与触控）、语音等方式或组合方式，来与交互设备进行充分地交互。

“眼动＋键鼠”是人机交互研究特别是交互式信息检索研究中常见的用户与设备交互的方式。由于信

息检索过程是用户心理和行为相互作用的认知过程[10]，因此研究者在用户使用键盘和鼠标来完成特定任务时，会辅助眼动追踪来记录用户行为、心理和认知方面的特征、偏好或差异[11]，分析不同的因素（如不同任务难度或类型[12]、不同交互设备或软件[13-15]、年龄等人口统计学变量[16]的差异）对用户行为的影响。眼动追踪在此过程中发挥的作用是帮助研究者记录用户的眼睛运动轨迹、面部表情和情绪，从而识别用户的眼动模式[13-15]，建立眼动、搜索行为和其他要素（如用户情感）之间的关系[16]。

"眼动 + 手"是人机交互中的另一种常见的交互方式。在这种交互方式中，用户可以使用"眼动 + 触控"、"眼动 + 手势"、"眼动 + 手势 + 键鼠"等方式，与不同设备（如电脑和手机）进行深入交互。支持多点触控的交互界面的出现使得用户可以同时通过多个手指来与系统进行交互[1]，这也使得融合"眼动 + 触控"的交互方式成为可能。在此种交互方式中，用户的眼动特征（特别是注视）及触控之间的联系受到了关注。在研究中，用户在触控屏幕之前存在两次注视行为[17]，其注视也被用于目标的选择，且配合多点触控可以使得人机交互及情境切换更快速和自然[18]。此外，相比于触控、键盘和鼠标输入，用户的手势输入可以更好地利用人手的表达能力来实现丰富的交互（如手势输入大量存在于 3D 操作任务中）[19]，这使得"眼动 + 手势"和"眼动 + 手势 + 键鼠"这类快速、准确和免触控的交互方式成为重要的多通道交互方式。在"眼动 + 手"的交互方式中，不同的输入方式是高度互补的，这既能减轻单纯眼动输入的误差，还能提升单纯手（包括触控和手势）输入对目标的选择速度[19]。眼动追踪在此过程中发挥的作用是帮助研究者提升交互界面目标选择的准确性，以提升用户的人机交互体验。

用户的眼动信息可以帮助研究者预测用户的交互目的，而在命令与控制情境中，眼动和语音结合使用，可以减少语音命令的混乱性，提高语音识别系统的准确率[20]。因此，"眼动 + 语音"是用户与含有语音识别功能的系统或应用程序进行交互的方式。然而，针对不同情境而言，"眼动 + 语音"的交互方式发挥着不同的作用。例如在协同交互的情境下，"眼动 + 语音"的交互方式可以帮助不同的用户更准确地完成任务[21]；但是在驾驶的情境下，由于多种交互方式具有不同的优缺点，眼动和语音交互在不同使用情境下会产生不同影响，因此驾驶员与设备间的交互方式需要根据具体的情境需求来选择，以避免事故的产生[22]。

### 2.2 融合眼动的交互输出和应用方向

人机交互界面是用户与设备进行交互的媒介，是人机交互中不可或缺的部分。用户的眼动常被用于对不同类型交互界面的开发与评价，而注视控制界面（gaze-controlled interface）是其中的一种界面类型。在注视控制界面中，文字输入通常是用虚拟键盘来实现的[23]。用户的眼动情况和特征在对注视控制界面的开发和评价中发挥着基本且重要的作用，它是支撑该类型界面开发的基础。在注视控制界面开发的过程中，研究者需要捕捉并获取用户实时的眼动轨迹并进行系统矫正，对用户的瞳孔中心位置进行检测，将原始眼动数据和场景图片进行匹配，选择场景图片中的表意文字和/或对象，并采用特定的措施来优化算法、稳定光标在用户屏幕上的位置[24-25]。

当用户首次接触一个界面时，导航界面的交互体验将直接影响用户对该应用或软件界面的第一印象及其随后的行为和使用意愿，因此借助用户的眼动特征可以来衡量其交互体验，这也体现了用户体验对于人机交互研究的重要性。随着人机交互环境不断从桌面端向移动端发展，移动端人机交互界面的开发和评价也逐渐受到研究者的关注，其中移动端游戏界面的开发与评价是备受关注的内容。玩家在不同的交互情境下（如自由浏览的情境和任务导向的情境）会有不同的视觉策略，这导致用来预测手机游戏导航界面交互体验的指标也不同，因此在对手机游戏导航界面进行开发的过程中，除了使用不同的眼动指标外，还应充分考虑玩家的动机，以为用户提供更好的交互体验[26]。

3D 交互界面是人机交互中的另一种常见的界面。3D 技术在娱乐休闲情境（如游戏、电影）和工作情境（如医院的手术环境）中被广泛使用，使得 3D 交互界面的开发与评价成为研究者关注的内容。然而，由于缺乏第三物理维度，因此使用触摸屏等标准输入方式与 3D 用户界面进行交互会存在麻烦，在此种情况下，用户的注视可以作为辅助的交互输入方式纳入到 3D 交互界面的开发中[27]。

此外，虚拟现实（Virtual Reality，VR）、增强现实（Augmented Reality，AR）、增强虚拟（Augmented Virtuality，AV）等技术的发展为用户提供了更多的交互方式和更深入、更沉浸的交互体验。无论是在现实环境中加入辅助的虚拟信息（AR），还是在虚拟环境中使用现实物体辅助交互（AV），眼动在此过程中均发挥着不可或缺的作用[1]。以虚拟现实为例，一方面，用户的眼动数据可以提高虚拟现实中导航或交互的准确性[28]。

通过追踪和收集用户的眼动数据，借助机器学习等方法来训练模型、识别用户的眼动模式和注视深度，研究者可以分析和预测用户在与虚拟现实设备（如头戴式虚拟现实头盔）交互过程中是否需要帮助（如漫游过程中的导航服务）。另一方面，用户的眼动数据可以帮助虚拟现实平台的开发。以教育类 VR 为例，为了使教育类 VR 能更吸引学生的视觉注意，以提升学生的学习体验并开发出能够为教育领域服务的 VR，研究者[29]提出了八种恢复注意力的视觉提示，即以当眼动追踪检测到学生注意力从关键对象中移开时给予提醒。

### 2.3 眼动追踪在人机交互研究中的作用

美国计算机协会人机交互特别兴趣组课程发展小组（ACM SIGCHI Curriculum Development Group）提出，人机交互研究的内容主要与四个部分有关，即用户、计算机、交互系统开发和交互情境[30]。在不同的部分里，眼动所发挥的作用有所不同。基于前述的“量”（主题聚类）和“质”（文章内容），本文对眼动在其中发挥的作用进行总结。由于用户与机器的交互通常是处于具体的情境或场景中，交互情境是用户具体的交互背景或交互条件，因此对具体交互情境中用户的眼动进行追踪和分析，归根结底是对人机交互输入和输出过程中用户的眼动进行追踪和分析。

在对用户相关的研究中，眼动追踪的作用主要是为了探索用户向交互设备进行输入的方式。在现阶段的人机交互研究中，除了使用眼动输入外，眼动输入方式也常常与其他输入方式（如键鼠、语音、触控、手势等）一起研究，从而探索多通道多途径的输入方式。

在对计算机相关的研究中，眼动追踪的作用主要体现在两个方面，一是对交互界面的开发与评价作用，即通过眼动追踪来开发交互界面、评价交互界面中的特定元素对用户视觉注意力的影响，并将其应用到教育、生活、工作等场景或交互情境中；二是对眼动数据的处理与分析，这常常与计算机算法相关，即对追踪和收集到的眼动数据进行清洗、处理，从而实现研究目的。

在系统开发阶段，眼动追踪的作用主要体现在两个方面，一是实现新型眼动追踪设备的开发，即研究者通过捕捉用户眼动信息，训练相关模型，开发新的眼动追踪设备；二是对交互系统某些技术或功能进行评估，即通过追踪用户的眼动信息，评价该功能是否是用户所预期的功能，是否能满足用户的需求，以为之后系统的改进提供支撑。

## 3 融合眼动的人机交互研究动向

### 3.1 交互情境日益丰富

眼动追踪在人机交互中的应用情境丰富多样，如教学情境、工作情境、休闲娱乐情境等，在不同的应用情境下，眼动在交互过程中发挥的作用会不同。加之由于移动设备等多种交互设备的存在，人机交互场景切换更为频繁。如在教学情境中，眼动追踪可以为学生提升视觉注意力提供帮助；而在休闲娱乐情境中，眼动追踪可以为用户提供更沉浸更真实的娱乐体验。在海量的信息情境下，如何结合情境来为用户提供准确的信息推荐，或开发可以结合情境来为用户提供智能眼动输入方式的人机交互系统（或智能可适应界面），而非命令/行动界面，是融合眼动的人机交互研究的趋势之一。

### 3.2 交互主体更为广泛

人机交互研究发展至今，存在着从关注个人和通用用户交互行为，向关注老年人、残障人士、弱势群体及所有人的交互可访问性转变的趋势，所覆盖的交互主体越来越多。虽然前人的研究关注了认知抑制或认知障碍群体、视障群体的交互行为、交互界面设计和交互体验研究，但其他弱势群体（如自闭症儿童、患有遗传疾病的儿童）的交互行为也逐渐得到了关注。眼动追踪已逐渐成为研究具有潜在认知障碍群体的认知和视觉注意发展方面的强大工具。

此外，用户的眼动特征与其情感存在关联，如当用户处于惊讶状态时，其瞳孔会放大。由于用户的情感对交互体验和交互工具的持续使用意愿存在影响，因此基于用户眼动特征来识别用户面部表情，从而与用户情感建立关联，是当前眼动追踪在人机交互研究中的重要发展趋势。

### 3.3 系统支持愈发高效

交互系统的有效运行，离不开背后相关数据和算法的支持。运用深度学习或其他机器学习的方法来处理眼动数据、识别眼动扫描路径模式、对注视数据进行聚类、大规模眼动数据处理、对用户注视和其他眼动特征的预测，是人机交互研究持续关注的内容。此外，眼动数据的可视化是分析与展示眼动数据的关键，因此如何科学且直观地对用户注视数据和其他眼动数据进行可视化，或如何将可视化分析与机器学习有机结合，也是当前眼动和人机交互研究密切关注的研究趋势。

**参考文献：**

[1] 吴丹，陆柳杏，何大庆，等. 海外人机交互理论与实践前沿追

踪[C]//武汉大学中国高校哲学社会科学发展与评价研究中心. 海外人文社会科学发展年度报告. 武汉:武汉大学出版社, 2017, 351 – 379.

[2] 冯成志, 沈模卫. 视线跟踪技术及其在人机交互中的应用[J]. 浙江大学学报(理学版), 2002, 29(2): 225 – 232.

[3] DUCHOWSKI A T. Eye tracking methodology: theory and practice [M]. 3rd ed. Cham: Springer International Publishing AG, 2017, 11 – 12.

[4] FUHL W, TONSEN M, BULLING A, et al. Pupil detection for head-mounted eye tracking in the wild: an evaluation of the state of the art[J]. Machine vision and applications, 2016, 27(8):1275 – 1288.

[5] BULLING A , ROGGEN D , GERHARD T. Wearable EOG goggles: seamless sensing and context-awareness in everyday environments[J]. Journal of ambient intelligence and smart environments, 2009, 1(2):157 – 171.

[6] LI D, PARKHURST D J. OpenEyes: an open-hardware open-source system for low-cost eye tracking[J]. Journal of modern optics, 2006, 53(9):1295 – 1311.

[7] HORNOF A, CAVENDER A, HOSELTON R. EyeDraw: a system for drawing pictures with eye movements[C]// Proceedings of the 6th international ACM SIGACCESS conference on computers and accessibility. New York: ACM, 2004: 86 – 93.

[8] OVIATT S. Multimodal interfaces for dynamic interactive maps [C]// Proceedings of the SIGCHI conference on human factors in computing systems. New York: ACM, 1996: 95 – 102.

[9] 周晓磊. 人机交互中人体工效模型的建立及其应用的研究[M]. 北京: 首都经济贸易大学出版社, 2014:7.

[10] MOSTAFA J,GWIZDKA J. Deepening the role of the user: neuro-physiological evidence as a basis for studying and improving search [C]// Proceedings of the 2016 ACM on conference on human information interaction and retrieval. New York: ACM, 2016: 63 – 70.

[11] 吴丹, 刘春香. 交互式信息检索研究中的眼动追踪分析[J]. 中国图书馆学报, 2019, 45(2): 111 – 130.

[12] SENDURUR E, YILDIRIM Z. Students' web search strategies with different task types: an eye-tracking study[J]. International journal of human-computer interaction, 2015, 31(2):101 – 111.

[13] 吴丹, 梁少博, 董晶. 查询式序列视角下跨设备搜索眼动变化研究——信息准备与信息重用阶段的比较[J]. 情报学报, 2019(2): 220 – 230.

[14] 梁少博, 吴丹, 董晶等. 跨设备搜索引擎结果页面注意力分布研究——基于眼动视觉数据的实证分析[J]. 图书情报知识, 2018(1): 27 – 35.

[15] WU D, XU S, XU X, et al. Users' visual attention flow on the search result page of digital cultural heritage collection[C]// Proceedings of the association for information science and technology. 2019, 56(1): 816 – 818.

[16] WU K, HUANG Y. Emotions and eye-tracking of differing age groups searching one-book wall[J]. Aslib journal of information management, 2018, 70(4): 434 – 454.

[17] WEILL-TESSIER P, TURNER J, GELLERSEN H. How do you look at what you touch?: a study of touch interaction and gaze correlation on tablets[C]// Proceedings of the ninth biennial ACM symposium on eye tracking research & applications. New York: ACM, 2016: 329 – 330.

[18] PFEUFFER K, ALEXANDER J, MING K C, et al. Gaze-touch: Combining gaze with multi-touch for interaction on the same surface [C]// Proceedings of the 27th annual ACM symposium on user interface software and technology. New York: ACM, 2014: 509 – 518.

[19] CHATTERJEE I, XIAO R, HARRISON C. Gaze + gesture: expressive, precise and targeted free-space interactions[C]// Proceedings of the 2015 ACM on international conference on multimodal interaction. New York: ACM, 2015: 131 – 138.

[20] VIEIRA D , FREITAS J D, ACARTÜRK C, et al. "Read that article": exploring synergies between gaze and speech interaction [C]// Proceedings of the 17th International ACM SIGACCESS conference on computers & accessibility. New York: ACM, 2015: 341 – 342.

[21] KONTOGIORGOS D, SIBIRTSEVA E, PEREIRA A. Multimodal Reference resolution in collaborative assembly tasks[C]// Proceedings of the 4th international workshop on multimodal analyses enabling artificial agents in human-machine interaction. New York: ACM, 2018: 38 – 42.

[22] ROIDER F, RÜMELIN S, PFLEGING B, et al. The effects of situational demands on gaze, speech and gesture input in the vehicle [C]// Proceedings of the 9th ACM international conference on automotive user interfaces and interactive vehicular applications. New York: ACM, 2017: 94 – 102.

[23] S□PAKOV O, MAJARANTA P. Scrollable keyboards for casual eye typing[J]. PsychNology Journal, 2009(7): 159 – 173.

[24] BOZOMITU R G, PASARICA A, CEHAN V, et al. Implementation of eye-tracking system based on circular hough transform algorithm[C]//. Proceedings of the 2015 e – health and bioengineering conference. IEEE, 2015: 1 – 4.

[25] BOZOMITU R G, PA□SA□RICA□ A, TA□RNICERIU D, et al. Development of an eye tracking-based human-computer interface for real-time applications[J]. Sensors, 2019, 19(16): 3630.

[26] JIANG J, GUO F, CHEN J, et al. Applying eye-tracking technology to measure interactive experience toward the navigation interface of mobile games considering different visual attention mechanisms [J]. Applied sciences-basel, 2019, 9(16): 3242.

[27] ALT F, SCHNEEGASS S, AUDA J, et al. Using eye-tracking to support interaction with layered 3D interfaces on stereoscopic displays[C]// Proceedings of the 19th international conference on Intelligent User Interfaces. New York: ACM. 2014: 267 – 272.

[28] ALGHOFAILI R, SAWAHATA Y, HUANG H, et al. Lost in style: gaze-driven adaptive aid for VR navigation[C]// Proceedings of the 2019 CHI conference on human factors in computing systems. New York: ACM, 2019: paper No. 348.

[29] YOSHIMURA A, KHOKHAR A, BORST C W. Visual cues to restore student attention based on eye gaze drift, and application to an offshore training system[C]// Symposium on spatial user interaction. New York: ACM, 2019.

[30] HEWETT T T, BAECKER R, CARD S, et al. ACM SIGCHI curricula for human-computer interaction[R]. New York: ACM. 1992: 13－28.

**作者贡献说明:**

陆柳杏:提出大纲,数据收集和分析,论文初稿撰写和修改;

石宇:数据处理;

李济远:数据处理;

吴丹:提出研究命题,负责论文最终版本的修订。

## Eye-tracking in Human-computer Interaction: Status Quo, Roles, and Trends

Lu Liuxing[1] Shi Yu[1] Li Jiyuan[2] Wu Dan[1]

[1] School of Information Management, Wuhan University, Wuhan 430072

[2] College of Information, University of North Texas, Denton TX 76201

Abstract: [**Purpose/significance**] Eye tracking is widely used in human-computer interaction research. The analysis of eye tracking in human-computer interaction research can deeply understand the research status of eye tracking in human-computer interaction, the role of eye tracking in this process, and the trend of future research. [**Method/process**] This paper used Web of Science and ACM as data sources. Python and VOSviewer were used to cluster topics of related research. Summarizing the content of related articles was also conducted. Research on eye-tracking in human-computer interaction was analyzed from the perspective of "quantity" and "quality". [**Result/conclusion**] Interactive input, output, and application directions were the main topics of related research. Research trends summarized based on the analysis of "quantity" and "quality" can provide reference for subsequent research on eye-tracking and human-computer interaction.

Keywords: human-computer interaction HCI eye-tracking research trends



### 《图书情报工作》首届青年编委会成立暨座谈会在武汉举办

2019年12月6日,在"2019年图书情报与档案管理研究生教育论坛与青年学者论坛"召开期间,在武汉大学信息管理学院的大力支持下,《图书情报工作》首届青年编辑委员会成立暨座谈会议在武汉大学信息管理学院举办。

座谈会首先由青年编委会主任、武汉大学信息管理学院副院长、教育部青年长江学者陆伟教授主持并发言,他认为青年编委会的成立体现了《图书情报工作》杂志社开拓进取、勇于创新的精神,更重要的是体现了对青年学者的重视、关心和支持,青年人才的成长离不开期刊,无论是发表论文还是参与审稿都是个人学术成长道路中的重要步骤,并借此机会对《图书情报工作》杂志社表示感谢。

《图书情报工作》杂志社社长兼主编、中国科学院大学图书情报与档案管理系主任初景利教授介绍了青年编委会的成立背景和章程、青年编委的遴选原则、权利与职责。首届青年编委会共邀请来自全国不同高校的23位青年才俊,旨在充分发挥他们的学术研究能力和创新能力,为期刊发展注入新的活力,同时也为青年学者提供发展和成长的平台。随后初主编向到会的17位青年编委颁发聘书。

接下来,在编委会副主任、华中师范大学信息管理学院副院长曹高辉副教授主持下,与会编委围绕《图书情报工作》改名设想、期刊定位、图情档学科的未来发展方向、学科建设与人才培养、期刊需要关注的问题、办刊举措等积极建言献策,展开了热烈研讨。

青年学者往往拥有良好的教育背景、旺盛的学术精力、敏锐的学术眼光,他们代表着图情学研究的未来,在学科和事业建设中被寄予重任和厚望。本次《图书情报工作》青年编委会的成立恰逢其时,期望编委们与和《图书情报工作》一起努力,为提高期刊质量和学术影响力,为推动业界学界的学术研究和图情档事业的发展,做出应有的贡献。

《图书情报工作》杂志社

2019年12月7日